

加越海岸の現況とその侵食対策について

石田 啓・高瀬 信忠

砂浜に佇み、寄せては返すさざ波の音を耳に、沈み行く夕日を眺める時、人は皆、大自然の持つ美しさを思わずにはいられない。砂浜海岸は、波のエネルギーを消すという工学的重要性和共に、人の心に潤いや楽しみを与えるという貴重な価値を有すると言える。ところが近年、国内の多くの地域で、海岸侵食が発生し、景勝の地でありレジャーの場である砂浜が、やせ細ったり、消失したりし始めた。さらに、侵食の甚だしい所では、沿岸の陸地を守るという国土保全の立場からも、侵食防止対策が急務となってきた。

石川県は、加越海岸、能登外浦海岸および能登内浦海岸から成る総延長 574 km の海岸線¹⁾を有するが、従来より、手取川河口部の小松海岸や美川海岸の侵食が甚だしく、昭和 47 年には、一年間に 7 m もの汀線の後退が生じた所もあった²⁾。現在、建設省が、多数の離岸堤を築造し、その侵食を防いでいるが、美川海岸では、昭和 35 年から 50 年の 15 年間で、汀線が 13 m 程度後退している²⁾。さらに、渚ドライブウエーで全国に名高い千里浜海岸においても、「年間数 m の汀線の後退が生じている」との声が聞かれ始めた。そこで、石川県環境部では、土木部と共に、これらの加越海岸の侵食状況を調査し、侵食防止対策を講じるため、昭和 57 年度に、自然海岸保全対策調査委員会を発足させ、特に千里浜を対象とした調査検討に乗り出した。著者らも本委員会の一員であるが、本委員会の主な目的は、景観を考慮に入れた自然環境を破壊しない侵食防止法を見出すことにあり、今後の動行は、学術的にも社会的にも注目されている。

本稿では、まず、海岸侵食の要因となる漂砂について述べ、次に、海岸侵食を生じる一般的な原因と海岸侵食防止工法を紹介し、最後に、加越沿岸の各海岸の現状とそこに実施されている侵食防止対策について述べることにする。

1 漂砂の概要³⁾

海浜における底質の移動を漂砂と言う。漂砂は、通常、碎波線より沖側では少なく、その大部分は、碎波線より岸側で生じていると言われている。漂砂の移動様式は、浮遊砂、掃流砂および躍動砂に大別されるが、比較的深い所では浮遊砂が卓越し、浅い所では掃流砂と躍動砂が多くなると推定されている。漂砂を移動方向別に分類すると、海岸線と直角方向の岸沖漂砂および平行方向の沿岸漂砂の 2 つに分けられる。

岸沖漂砂の原因は、波による質量輸送に伴う流れや、底面の砂漣によって生じる渦の効果などが考えられているが、未だに不明確な点が多い。従来、平衡状態に達した海底断面形状は、図 1 に示すように、沿岸砂洲の出来るバー型海浜と、段の出来るステップ型海浜に大別されており、いずれの型になるかは、沖波波形勾配 H_0/L_0 および、平均粒径 d と沖波波高 H_0 との比 H_0/d により決まるとされている。石田・山口ら⁴⁾の実験結果を図 2 に示すが、○で示したバー型および●で示したステップ型の発生は、従来の結果と良く一致しており、沖波波形勾配が大きい場合ほど、バー型海浜になり易いことがわかる。

昭和 58 年 12 月 27 日受理

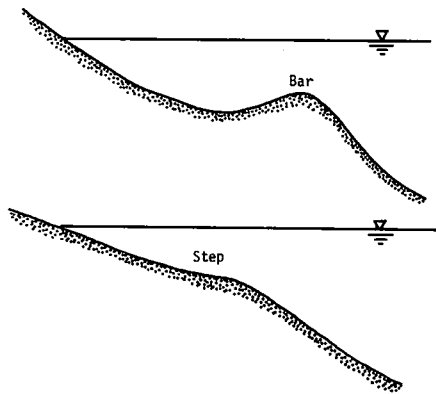


図1 バー型海浜(上)とステップ型海浜(下)

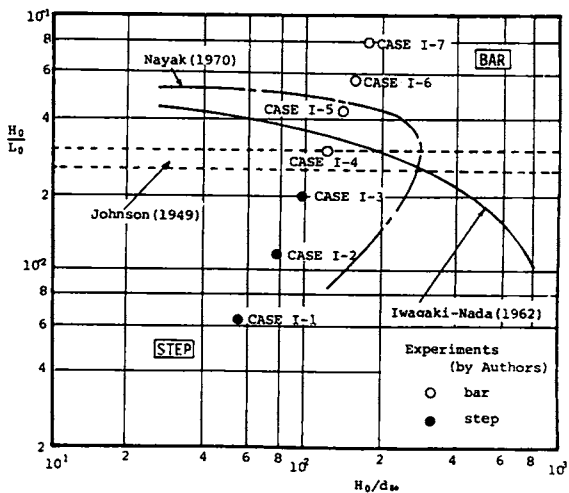


図2 バー型海浜とステップ型海浜の発生限界

次に、汀線が前進する(堆積)か後退する(侵食)かを示す指標として、砂村ら⁵⁾は、次式を提示している。

$$H_0/L_0 > 4 S^{-0.27} \left(\frac{d}{L_0}\right)^{0.67} \dots\dots\dots \text{侵食} \dots\dots\dots (1)$$

$$\dots\dots\dots \text{堆積}$$

ここに S は海底勾配、 L_0 は沖波波長である。この指標と石田・山口の実験結果とを比較したものが図3であるが、○で示した侵食と●で示した堆積の限界は、式(1)の示す直線と良く一致している。さらに、この図から、粒径が小さい程、汀線が後退し易くなることがわかる。

次に、沿岸漂砂は、主に沿岸流により生じるが、さらに、前浜領域に遡上した波のジグザグ運動によって生じる。この沿岸流は、波が海岸線にある角度を持って入射すると発生する。すなわち、波峰線が海岸線と平行になる前に碎波すると、沿岸方向の流速成分が発生し、これが沿岸流となる。

沿岸漂砂量を沿岸流速と結び付けようとする試みは、すでに行われているが、これらは、一般に複雑であり、必ずしも実用的ではなく、したがって、従来より、全沿岸漂砂量 Q_y は、碎波のエネルギーの沿岸方向成分 E_a と結び付けた次式で算出することが多い³⁾。

$$Q_y = \gamma E_a^n \dots\dots\dots (2)$$

ここに、 E_a は、

$$E_a = \frac{E_0}{2} m' \sin \alpha_b \cos \alpha_b K_{rb} \dots (3)$$

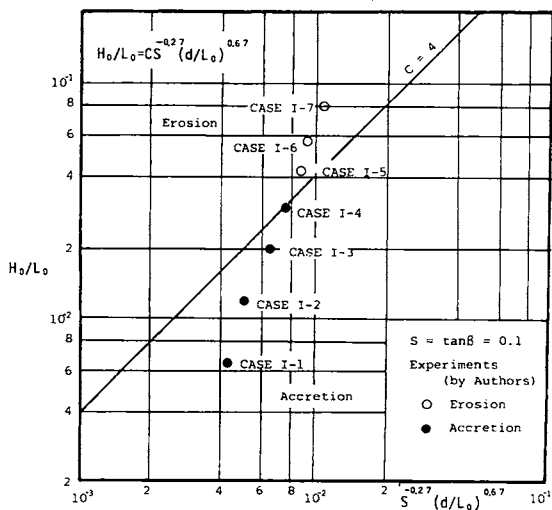


図3 侵食と堆積の限界

であり、 $E_0 = \frac{1}{8} \xi g H_0 L_0$ は単位幅当りの沖波 1 波長のエネルギー、 $m' = 24 \times 60^2 / T(\text{scc})$ は 1 日の入射波の数、 α_b は砕波点での波の入射角、 K_{rb} は砕波点での屈折係数である。式(2)の γ および n は、提案者により、表 1 のように与えられている。この沿岸漂砂の流入量と流出量のバランスが崩れると、海岸の侵食および堆積が生じることになる。

表 1 γ および n の値³⁾

算 定 式	γ	n	備 考
サ ベ ー ジ	2.17×10^{-4}	1.0	各地の現地観測資料および実験値
福 江 海 岸	31.1×10^{-4}	0.54	$d = 1 \sim 2 \text{ mm}$ 、 $H = 1.5 \text{ m}$ 以下、海底勾配 1/10
田子浦海岸	5.25×10^{-4}	0.80	$d = 5 \sim 40 \text{ mm}$ 、海底勾配 1/5~1/10
鹿 島 港	0.6×10^{-4}	1.0	$d = 0.2 \sim 0.15 \text{ mm}$ 、海底勾配 1/50
コ マ ー	8.0×10^{-4}	1.0	現地観測より

II 海岸侵食

現地海岸の侵食原因を究明することは、一般に容易ではない。その理由としては、現地波浪が不規則であるため、漂砂の方向やその量などが明確に把握し難いこと、砂利採取量などの人為的な侵食要因は、正確に報告されているか否か不明確なことなどが考えられるが、環境保全の立場からは、侵食原因を正確に知り、その防止対策を早急に立てなければならない。

我国における海岸侵食の多くは、大河川の河口部に生じているが、この原因としては、砂利採取およびダム堆砂による河川からの流出土砂量の減少と、海岸地域における構造物の築造にあると考えられている。砂利採取量は、信頼できるデータが少ないため、正確な値は把握し難いが、高度成長期時代の昭和 35 年から 40 年頃までは、全国で年間 2~3 億 m^3 /年もの莫大な砂利採取があったと推測されている。現在は、年間 6~7 千万 m^3 /年におさえられているが、河川から海岸部への土砂供給は今なお十分ではない⁶⁾。

次にダム堆砂について述べるが、貯水量 100 万 m^3 以上で高さ 15 m 以上の河道ダムは、全国に 425 あり、そのうち、北陸地方には 73 のダムがある。北陸地方のダム堆砂量は年間 800 万 m^3 /年であり、これは中部地方に次いで多く、全国の約 1/5 に達している。河川別に見ると、黒部川の堆砂量が日本で 9 番目に多く、年間 126 万 m^3 /年である⁶⁾。大阪府泉南海岸の二色浜の養浜に用いた砂が 3 万 4 千 m^3 であることを考えると、ダム堆砂量のスケールの大きさが理解できる。

海岸構造物の築造による侵食としては、突堤や離岸堤などを設置したため、沿岸漂砂が遮断され、その下手側海岸が侵食されることがしばしば生じる。堆砂機能の強い構造物を築造する場合は、漂砂の流出入のバランスを崩さない様に留意しなければならない。海岸線に平行に設置する防波堤を海岸堤防と呼ぶが、これに波が当たると反射波が生じ、そのため堤防前面の砂は沖方向へ運ばれ、堤防の法先が洗堀されることがある。波浪が激しい時には、法先洗堀に伴う堤防破壊が生じる。後述する小松海岸の破堤は、この一例である。一般に沖へ運ばれた漂砂は、波の条件が変化すると一部は岸側へ帰されるが、そのまま戻って来ない部分もあり、特に、富山湾のように、海が急激に深くなる地形では、海谷に落ち込んだ砂は、再び帰って来るとは言われている。

III 侵食対策工法³⁾

侵食対策工法には、汀線のある位置より後退させない海岸堤防工法、自然の力により構造物周辺に堆砂させる突堤工法および離岸堤工法、人為的に砂浜を造成する養浜工法、ヘッドランドを築造し、入射波に対して海浜を安定な平面形状にする安定海浜工法などがある。

海岸堤防は、図4に示すように、可能な限り後方に設置し、前浜領域の消波機能を保存すべきであるが、直接波を受ける場合は、法面勾配を緩くして、反射波を少なくしなければならない。突堤工法は、図5に示すように、沿岸漂砂の移動を阻止し、その上手側に堆砂せしめる機能を持つが、通常、突堤群として用い、長さは碎波点までの0.4~0.6倍、間隔は長さの1~3倍が用いられる。離岸堤工法は、図6に示すように、波の回折効果を利用して、堤の陸側にトンボロを生じさせる工法であり、波長の1/2以上の長さを必要とする。設置水深は、経済上からはなるべく浅い所が良いが、堆砂効果は、碎波帯内に設置した場合が最も良いようである。養浜工法には、沖合いに砂を投入する海中投砂法、ポンプなどで砂を補給する連続給砂法、汀線付近に盛り砂する直接置砂法、特定の地点を養浜してその分散を待つ貯留砂法などがあるが、直接置砂が効果的と言われている。安定海浜工法は、図7に示すように、適当な沖防波堤または離岸堤状の構造物でヘッドランドを構築し、海岸線の形状を変化させることにより、安定な海浜を形成する方法であり、ヘッドランド間の汀線長の増加により、単位長当りの波浪エネルギーを減少させる所に特徴がある。

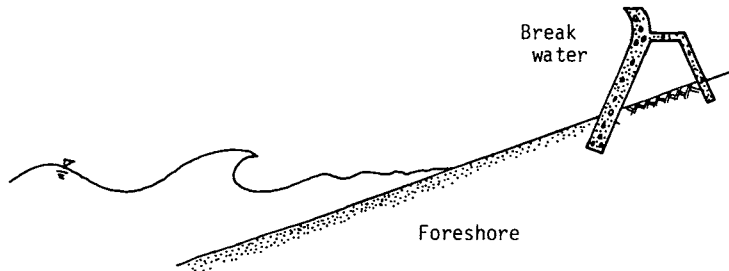


図4 海岸堤防

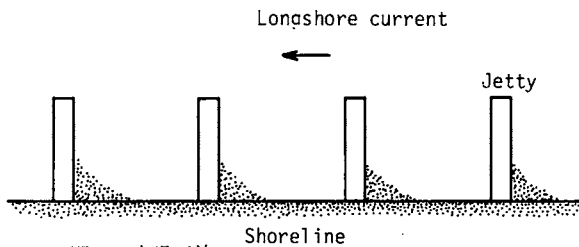


図5 突堤工法

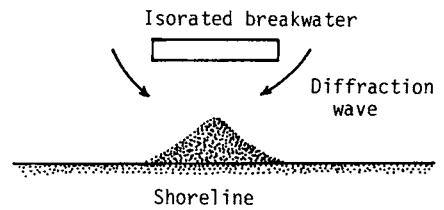


図6 離岸堤工法

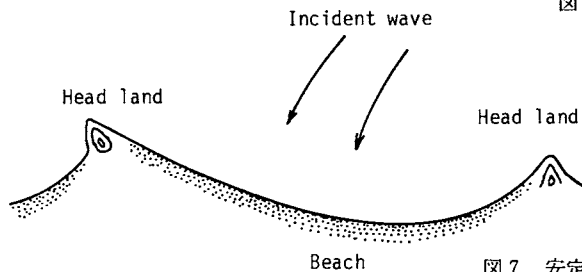


図7 安定海浜工法

IV 加越海岸の現況

図8に、加越海岸の概略図を示し、南西部から北東部へと、順に各海岸の現状を示す。写真1は、片野海岸であり、前浜領域が激しく侵食されている。これは、波形勾配の大きな波が来襲したための一時的な侵食と考えられるが、海水浴場の維持保全の面から、今後、定期的な汀線測量が必要であろう。写真2は、冬期の高波により破壊した小松海岸の堤防である。この堤防は、最近復旧したばかりの新しいものであったが、打ち寄せる高波のエネルギーには勝てなかったのである。小松海岸は、従来より侵食の激しい所であるため、今後、海岸堤防の構造形式などについて、十分検討しなければならない。

写真3および4は、手取川左岸の美川海岸および手取川北東部の松任海岸の航空写真である。写真より、離岸堤群によるトンボロの発達が明確にわかる。このように、離岸堤は、侵食防止には極めて有効であるが、景観を損なう欠点があるため、海水浴場に構築するのは不適当であろう。写真5は、金沢港の防波堤とその南西部の金石海岸であり、写真6は内灘海岸であるが、いずれも、激しい侵食は生じていないようである。内灘海岸の砂の粒径は、千里浜に比べるとやや大きい。砂浜へ自動車で乗り入れることは、不可能ではない。

写真7は、海水浴客でにぎわう千里浜であり、世界的にも珍しい渚ドライブウェイを有しているが、年々侵食が進んでおり、現在、侵食防止対策に関する種々の検討を行っている。千里浜の場合は、景勝地としての美観と海水浴場としての機能を損なわないような対策が要求されるため、人工的に砂を搬入する養浜工法や、安定海浜工法が適していると考えられる。

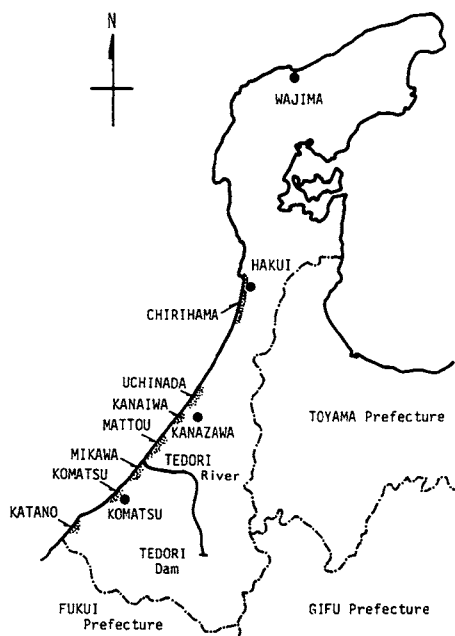


図8 加越海岸の位置

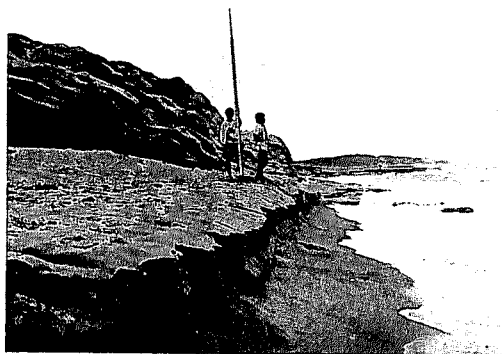


写真1 片野海岸



写真2 小松海岸

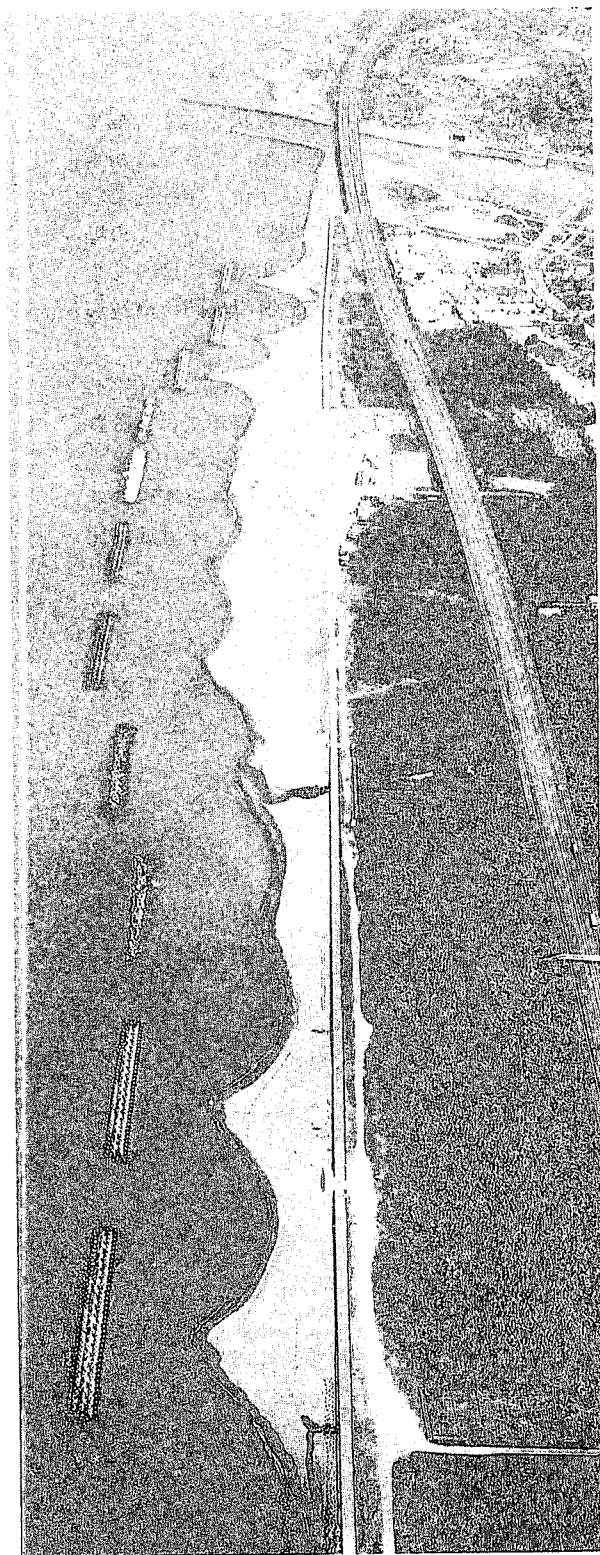


写真3 美川海岸

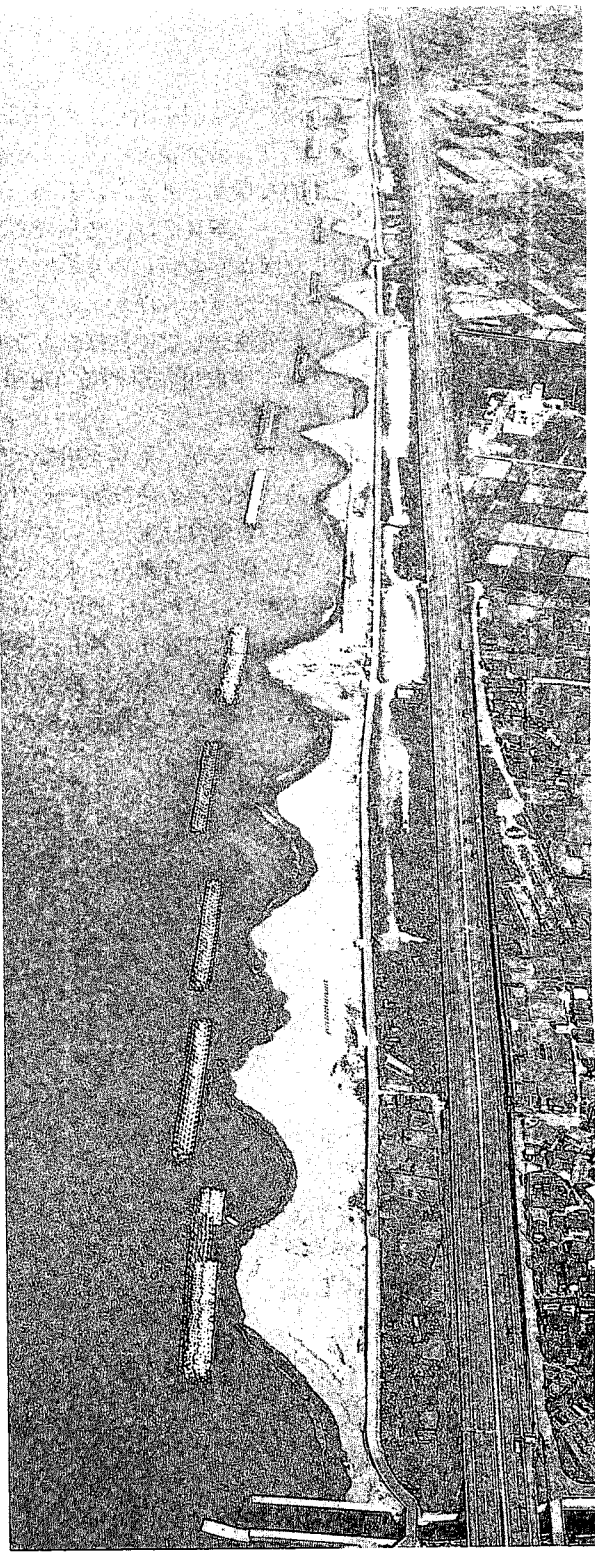


写真4 松任海岸

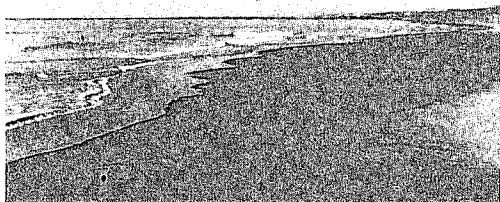


写真5 金石海岸

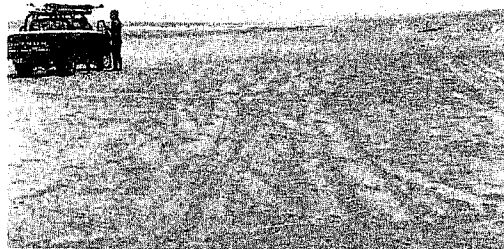


写真6 内瀬海岸



写真7 千里浜海岸

以上、加越海岸の7つの砂浜の現状と問題点を述べたが、これらの海岸について、さらに詳細な検討を行うと共に、能登外浦および内浦の海岸についても調査検討を行う予定である。

参 考 文 献

- 1) 石川の海岸、石川県土木部、1978
- 2) 石川海岸侵食機構調査報告書、建設省北陸地方建設局金沢工事事務所、1980
- 3) 岩垣雄一・樫木 享：海岸工学、共立出版、1979
- 4) 山口 登：碎波特性と海底変形に関する研究、修士論文、1981
- 5) Sunamura, T. and K. Horikawa "Two-dimensional beach transformation due to waves" Proc. 14th Conf. on Coastal Eng., pp. 920~938, 1974
- 6) 芦田和男：河川からの土砂流出、第17回海岸災害研究集会、1980
- 7) 石川海岸概要、建設省北陸地方建設局金沢工事事務所